مجلة الجمعية الجغرافية الليبية

مجلة علمية متخصصة تصدر عن الجمعية الجغرافية الليبية



العدد الخامس

2016

مجلـــة

الجمعية الجغرافية الليبية

العدد الخامس . 2016م

مجلة الجمعية الجغرافية الليبية

البحوث والمقالات الواردة في هذه المجلة تعبر عن وجهة نظر أصحابها ولا تعبر بالضرورة عن رأي مجلة الجمعية الجغرافية الليبية

تتم المراسلات والمشاركات على العناوين التالية:

- مكتب الجمعية الجغرافية الليبية بمدينة الزاوية .
- إدارة فرع الجمعية بالمنطقة الغربية، طرابلس.
- إدارة فرع الجمعية بالمنطقة الجنوبية، سبها.
- إدارة فرع الجمعية بالمنطقة الوسطى، سرت
- إدارة فرع الجمعية بالمنطقة الشرقية، بنغازي

الوكالة الليبية للترقيم الدولي الموحد للكتاب

دار الكتب الوطنية

بنغازي ـ ليبيا

هاتف : 9097074 - 9096379 - 9090509

بريد مصور : 9097073

البريد الإلكتروني :

nat_lib_libya@hotmial.com

رقم الإيداع : / 2009

ردمك - – ISBN 978 – 9959 – 852

التنفيذ الفني / أكرم محمود جودة

تصميم الغلاف / إياد أحمد جودة

بسم الله الرحمن الرحيم

تقديم

يسَّر الله سبحانه وتعالى لبلادنا أن تتغلب على القوة الغاشمة التي كانت تشدها إلى الوراء وتعرقل مسيرة التطور فيها، وقد دفع الشعب الليبي في سبيل ذلك ثمناً غالياً من الدماء والأشلاء والأرواح الزكية ومن الدمار والخراب لكل مناحي الحياة، ولكن كل ذلك لا يثنينا عن مواصلة التقدم والدفع بعجلة التطور إلى الأمام. لقد أثبت الشعب الليبي دائماً أنه شعب حي قادر على مواصلة بناء الحياة من جديد بعد كل نكسة وفي أعقاب كل كبوة.

كابدت بلادنا الدمار والمعتقلات والموت في مكافحة الاستعمار الإيطالي، ثم جعلنا ذلك الاستعمار نعاني ويلات حربين عالميتين لا ناقة لنا فيهما ولا جمل. وتحرر الشعب الليبي من ربقة الاستعمار وخرج من تحت ركام حربين عالميتين يبني البلاد بجهد جبار وعزم لا يلين، ولكن القدر رماه بانقلاب عسكري أفضى إلى حكم دكتاتوري ظالم مستهتر هدم ما بناه الشعب وأتى على الأخضر واليابس، وانتفض الشعب الليبي من جديد باذلاً النفس والنفيس ليقذف بذلك الحكم المتسلط إلى مزبلة التاريخ، وما زال يعاني اليوم من مخلفات ذلك الحكم الغاشم وسلبياته، وينظر إلينا الناس اليوم بين شامت فرح بما نعاني وبين مشفق يرنوا إلينا بنظرة متعاطفة وقلب واجف يرجو لنا النجاة من الأحداث التي تحاول أن تدفع بنا إلى مصير مجهول. ولكن بوارق الأمل تلوح بين الفينة والفينة نابعة من عواطف وتصرفات الوطنيين من الليبيين ذوي المعدن النقي والإيمان القوي والعزم الأبي، ستبعث فينا تلك الومضات روح الأمل بالمستقبل والثقة بالنفس والتضحية في سبيل الوطن وعزة المواطن. لذلك نقف اليوم واثقين بأننا سنتمكن من بناء وطننا والدفع به

إلى التألق والأمان والعزة، وستتوالى أجيال من أبناء هذا الوطن تصحح ما فسد وتسترجع ما سلب وتبني ما تهدم.

تنظر الجمعية الجغرافية الليبية لجميع فروعها ومنتسبيها إلى المستقبل بثقة وأمل، وسنكون مستعدين لمد أيدنا متكاتفين مع أبناء هذا الوطن المخلصين لنسهم معا في بناء المستقبل المشرق، مؤتمراتنا العلمية الجغرافية تتواصل، وإنتاجنا العلمي يزداد عمقاً وانتشاراً، وها نحن نضع بين يدي القارئ الكريم العدد الخامس من هذه المجلة، وهو الإصدار الثاني بعد انبلاج ثورة 17 فبراير، وقد عقدنا العزم على مواصلة مسيرة هذه المجلة لتسهم بفاعلية في نشر العلم والثقافة، ولتتيح مجالاً آمناً للجغرافيين الليبيين لنشر إنتاجهم العلمي دون قيود، نعمل من أجل تحقيق حرية البحث والدراسة والإبداع في مجال علم الجغرافيا، وسنسعى دائماً إلى الأفضل، والله من وراء القصد.

جُهّز هذا العدد ليصدر خلال عام 2013 ميلادية، ولكن الظروف الصعبة والأحداث المؤلمة التي تمر بها ليبيا بصفة عامة وبنغازي بصفة خاصة، حالت دون إصداره في موعده.. نرجو من القارئ الكريم ومن السادة الذين أسهموا بالكتابة في هذا العدد أن يتقبلوا خالص اعتذارنا على هذا التأخير الخارج عن إرادتنا، ونبتهل إلى العلي القدير أن ينقذ بلادنا الحبيبة من كل مكروه، وأن يقيها شر الفتن وعبث العابثين، ويسبغ على ليبيا الأمن والأمان والاستقرار ويحفظها ويصونها ويبقيها حرة أبية.

أ. د. منصور محمد الكيخيا
رئيس الجمعية الجغرافية الليبية

الافتتاحية

هذا هو الاصدار الخامس من مجلة الجمعية الجغرافية الليبية يرى النور ويصل إلى أيدي القراء ـــ خاصة الجغرافيين منهم ـــ وهو يحوي عناوين متنوعة من شتى العلوم الجغرافية لدراسات كتبت بأقلام إخوة لهم مقدرة وكفاءة فيما كتبوا عنه.

ونحن نعتبر هذا العدد محاولة جادة لرسم طريق المستقبل، فدائرة تعاون الجغرافيين الليبيين مع هيئة تحرير هذه المجلة بدأت تتسع، واسهاماتهم بدأت تتنوع وباتت واقعاً يدركه الجميع، مما يدفع بي إلى الشد على الأيدي آملاً بذل المزيد من التعاون مع هيئة التحرير حتى نسهم جميعاً في حث الخطى للدفع قدماً بهذه المطبوعة الثقافية العلمية لبلوغ بر الأمان ومواصلة السير بثبات في سبيل التطور والنجاح، ونحن نختزن استعداداً يوفر لهذا الوطن انجاز كامل أمانيه، ودمتم بخير.

أ.د. الهادي مصطفى بولقمة

رئيس التحرير

محتويات العدد

التحليل الكمي للتباين المكاني لأمطار الجبل الأخضر في ليبيا

د.أنور فتح الله إسماعيل

قسم الجغرافيا، جامعة عمر المختار (درنة)

مقدمة

يمثل إقليم الجبل الأخضر منطقة ذات أهمية كبيرة في ليبيا إذ تغطي الأراضي الصحراوية و شبه الصحراوية مساحة تربو على 90% من مساحة الدولة، و لا يستثنى من هذه البيئة الجغرافية الحرجة إلا إقليم الجبل الأخضر حيث تسقط عليه أعلى معدلات الأمطار، و يمتاز بغطاء نباتي دائم الخضرة، مما جعله منطقة استقرار سكاني، و زراعي، و رعوي كثيف.

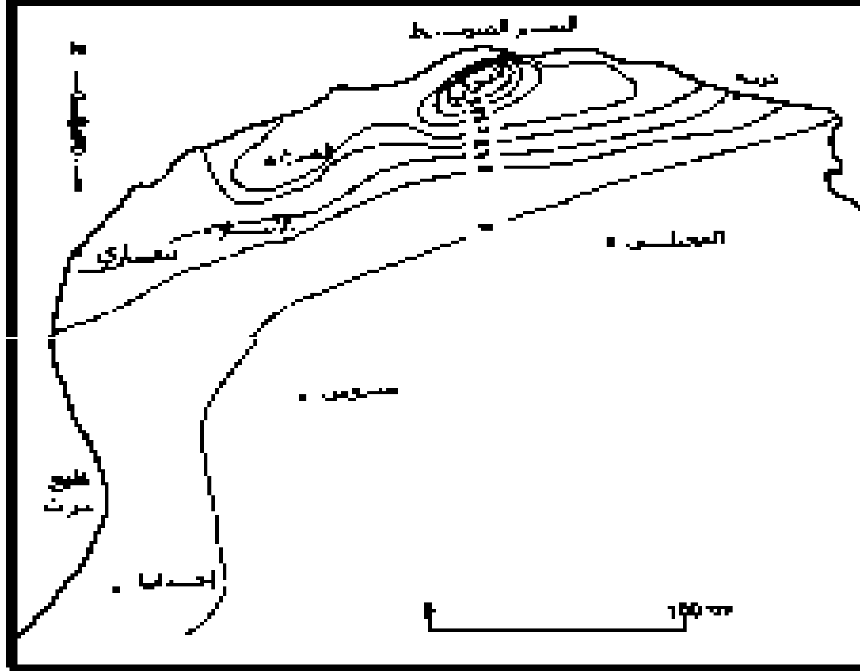
وتعد الأمطار أهم مظاهر التساقط في الجبل الأخضر، وبما أن الإقليم يقع ضمن حوض البحر المتوسط المتأثر بحركة المنخفضات الجوية، فإن الأمطار الإعصارية Cyclonic Rain خلال فصل الشتاء هي أهم أنواع التساقط في المنطقة. مع الإشارة إلى أن تضرُّس الإقليم وارتفاعه إلى أكثر من 850 متراً، يعمل على اعتراض حركة الهواء المحمل بالرطوبة – في الأجزاء المتعامدة على خط سير الهواء Windward Slopes مما يؤدي إلى ارتفاعه، وتبريده ذاتياً Adiabatic Cooling إلى نقطة الندى، وبذلك يحدث التكاثف، ومن ثم التساقط. وتبعاً لذلك فإن أمطار إقليم الدراسة إعصارية تضاريسية في المناطق الجبلية مثل المرج وشحات. أما في الحالات التي ينشط فيها عدم الاستقرار الجوي Atmospheric Instability، كما في

بعض الأوضاع المرافقة لمرور الكتل الهوائية الباردة ،والمنخفضات الخماسينية في فصلي الربيع والخريف، فإن الهواء يُصبح في حالة اتزان غير مستقر Unstable Equilibrium مما يُسبب في سقوط الأمطار وعادة ما تكون غزيرة، ومصحوبة بالبرق والرعد خاصة في الأجزاء المرتفعة من الإقليم[1].

ونظراً للتباين التضاريسي، والاختلاف في مدى مواجهة حركة الرياح الرطبة، والتفاوت في الارتفاع، وفي مدى القرب من ساحل البحر، وشكل خط الساحل؛ فإن الأمطار تتباين مكانياً بشكلٍ ملحوظ ،حيث يتراوح المعدل السنوي للأمطار في الجبل الأخضر ما بين < 100 مم إلى >500 مم شكل (1) وتتركز أعلى معدلات الأمطار في الجزء الأوسط من الطرف الشمالي من الجبل الأخضر (منطقة شحات وما حولها)، حيث تتراوح معدلات الأمطار مابين 500 مم إلى 600 مم سنوياً. في حين ينخفض المعدل إلى 400 مم – في المتوسط – في المنطقة المحيطة بالنطاق السابق. أما السهل الساحلي فتتراوح معدلات الأمطار فيه مابين 200 مم إلى 350 مم في المتوسط، وتقل المعدلات بشكل ملحوظ في المنحدرات الجنوبية (إلى الجنوب من خط تقسيم المياه)، حيث تتراوح ما بين 100 مم إلى200 مم.

(1) تحدث حالة الإتزان غير المستقر عندما يكون معدل تناقص درجة حرارة الوسط البيئي بالارتفاع أكبر من معدل التدرج الذاتي، وهذا يجبر جزئي الهواء على الاستمرار في الارتفاع لأن كثافته أقل من كثافة الهواء المحيط به.

شكل 1: خطوط المطر المتساوية في الجبل الأخضر



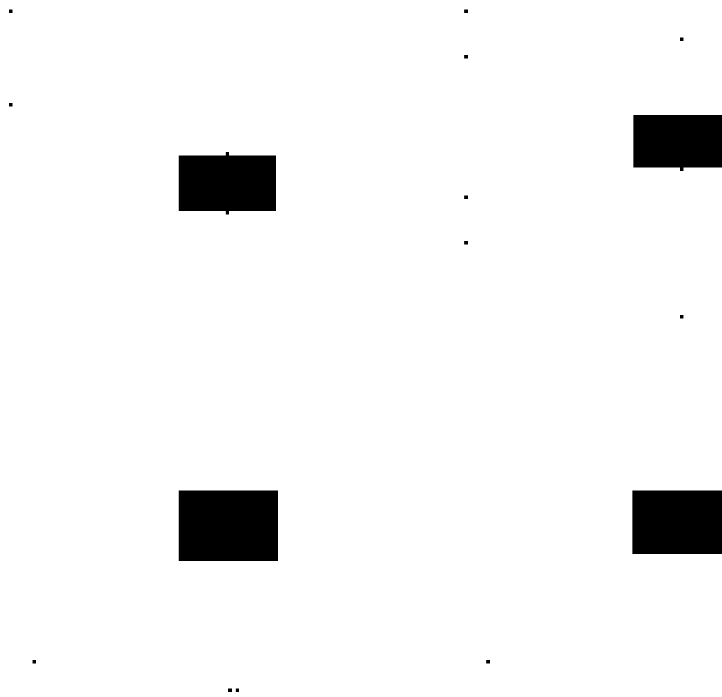
وعلى الرغم من أن القاعدة العامة لأمطار الإقليم، والساحل الليبي هو تناقصها بالاتجاه شرقاً وجنوباً، إلا أن عوامل جغرافية متداخلة تجعل هذه القاعدة تشذ أحياناً، خاصة بالنسبة لتناقصها بالاتجاه شرقاً، وهنا تظهر حاجة الافتراضات المتعلقة بتحديد العوامل المؤثرة في كمية الأمطار.

المنهجية والبيانات

قبل البدء في التحليل الإحصائي غالباً ما يتم التأكد في مثل هذه الدراسات من أن التوزيع التكراري للأمطار السنوية لا يكون مائلاً؛ ولهذا يمكن اختبار

التوزيع الطبيعي للأمطار Normality Test من خلال ملاحظة نسبة معامل الالتواء Skewness إلى الخطأ المعياري Standard Error، التي يُفترض وقوعها ضمن المدى (2 ، −2)، وقد تبين أن متوسط هذه القيمة بلغ (0.88)، وتراوحت بين (0.54) في طلميثة و(2.2) في شحات، ومن ثم فإن التوزيع التكراري للأمطار السنوية لإقليم الجبل الأخضر لا يختلف كثيراً عن التوزيع الطبيعي كما يظهر ذلك من خلال مخططات Boxplots شكل (2).

شكل 2: مخططات صندوقية تظهر الاقتراب من التوزيع المعتدل لأمطار إقليم الدراسة وثلاث محطات رصد أمطار



 ظهور خطوط الوسيط بالقرب من منتصف كل مخطط يشير إلى اقتراب توزيع المشاهدات من التوزيع المعتدل.

سيتم استخدام أسلوب الانحـــدار المتعـــدد Multiple Regression لاختبار العلاقة الدالية بين متغيـــر الأمطـــار، ويمثـــل المتغيـــر التـــابع (y) أو المعتمـــد Dependent،ومجموعـــة مـــن المتغيـــرات المـــستقلة (Independent Variables X_2,X_1)، وذلك بُغية التحقق مـــن مـــدى فاعلية هذه المتغيرات في إيجاد التباين المكاني لأمطار الإقليم، وللوصول إلى أفضل نموذج انحدار Regression Model يفسر التباين، ويمكن أن يوظف في عمليات التنبؤ. ويأخذ النموذج الخطي العام للانحدار المتعدد شكل الصيغة التالية:

$$= \beta 0 + \beta 1X_1 + \beta 2X_2 \ldots\ldots + \beta kXk + e\hat{y}$$

حيث إن :

= $\beta 0$الحد الثابت أو نقطة التقاطع .

=$\beta 1,\beta 2 \ldots .\beta k$ معـــاملات الانحـــدار الجزئيـــة Partial Regression Coefficients أو الميول الجزئية.

X_2,X_1 Xk = مجموعة المتغيرات المستقلة التي تؤثر علـــى ســـلوك المتغير التابع (ŷ) .

e = الخطأ العشوائي أو بواقي Residuals الانحدار.

ولإيجاد أفضل نموذج انحدار لتفسير التباين المكاني للأمطـــار ســـيتم استخدام الانحدار بأسلوب الانحدار التدرجي(Stepwise) وهذا الأسلوب يقوم على إدخال المتغيرات واحداً بعد الأخر بخطوات متسلسلة إلى النمـــوذج مـــع استبعاد المتغيرات غير المؤثرة عند وجود بقية المتغيـــرات، ولتحقيـــق هـــذا الغرض سيعتمد مستوى معنوية (0.05) معياراً لإدخال المتغيرات للنمـــوذج. ولاختبار جودة توفيق النموذج Goodness -of-fit of a Model في قياس قوة العلاقة بين المتغير التابع والمتغيرات المستقلة، سيستخدم معامل التحديد أو التفسير (R^2) Coefficient of Determination. ويحسب بالمعادلة التالية (Ott et al, 1978):

$$R^2 = \frac{S_{xy}^2}{S_{xx}\,S_{yy}} = \frac{Explained\ Variations}{Total\ Variations}$$

حيث إن :

S_{xy}^2= مجموع مربعات الانحدار ويحسب بالمعادلة التالية :

$$S_{xy} = \sum XY - (\sum X)(\sum Y)/n$$

S_{xx} = مجموع مربع انحرافات (X) عـــن متوســـطها الحـــسابي ويحـــسب بالمعادلة التالية :

$$S_{xx} = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}$$

S_{yy} = مجموع مربع انحرافات (Y) عن متوسطها الحسابي ويحسب بالمعادلة التالية :

$$S_{yy} = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}$$

وللتأكد من صحة افتراض نموذج الانحدار الذي سيعتمد في تفسير التباين المكاني للأمطار في عدم وجود ارتباط بين المتغيرات المستقلة Multicolinearity ومشكلة التعدد الخطي سيتم إيجاد مصفوفة الارتباط Correlation Matrix بين المتغيرات، واستخراج معامل تضخم التباين Variance Inflation Factor (VIF)، ودليل الحالة Condition Index. ويعد المعامل (VIF) مقياساً لتأثير الارتباط بين المتغيرات المستقلة على زيادة تباين معلمة المتغير المستقل ،وأن ارتفاع قيمة هذا المعامل لأحد المتغيرات المستقلة بمعدل يزيد عن (5) يشير إلى أن النموذج يتأثر بمشكلة التعدد الخطي. ولحساب هذا المعامل يتم احتساب المعامل Tolerance لكل من المتغيرات المستقلة حيث إن:

$x_i.others\ R^2$Tolerance = ويمثل مربع معامل الارتباط المتعدد بين المتغير المستقل

(i) وبقية المتغيرات المستقلة ،ثم يستخرج معامل (VIF) لكل متغير مستقل حيث إن :

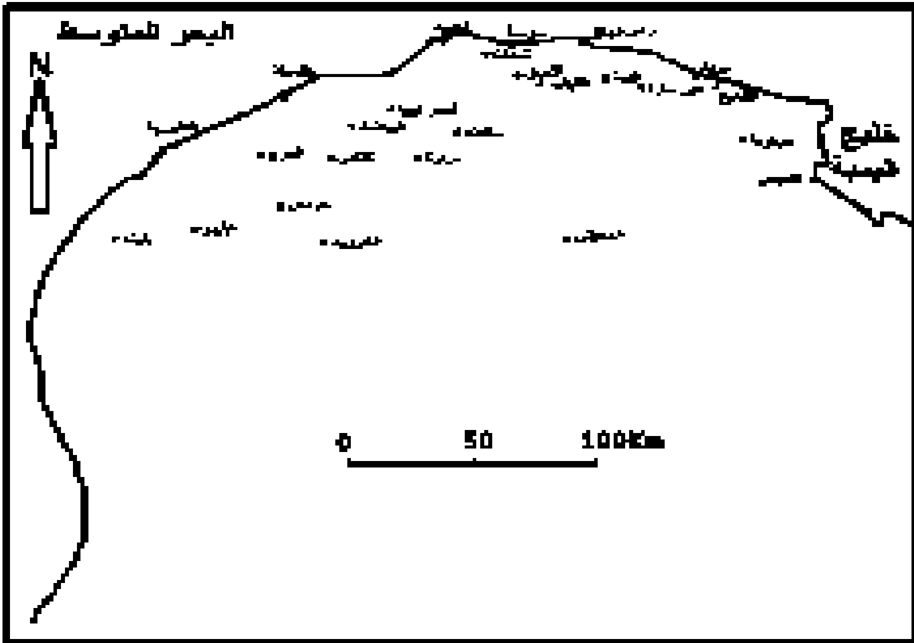
$$\frac{1}{Tolerance} \text{VIF} =$$

كما يستخدم دليل الحالة لتشخيص هذه المشكلة، ويمثل الجذر التربيعي لحاصل قسمة أكبر جذر مميز على كل الجذور المميزة للمتغيرات المستقلة، فإذا زادت قيمة الدليل عن (15) فهذا مؤشر على إمكانية وجود مشكلة التعدد الخطي، أما إذا زادت عن 30 فهذا مؤشر على خطورة المشكلة. كما ستختبر طبيعة توزيع الأخطاء العشوائية Residuals أو البواقي برسم خط الانتشار Scatter Line لتلك الأخطاء للتأكد من أن الأخطاء العشوائية للنموذج تتوزع توزعاً طبيعياً. وقد تم اختيار 25 محطة رصد أمطار موزعة على مختلف أجزاء الإقليم بدءً من الساحل مروراً بدرجات الجبل الأخضر الثلاث إلى هوامشه الجنوبية (شكل 3) وقد تم احتساب المتوسطات السنوية الهيدرولوجية Hydrological Years[1] لفترة 33 سنة (1971/1970 2003/2002) وذلك لتمثل المتغير التابع ،أما المتغيرات المستقلة فمثلتها العناصر التالية (جدول 1):

1) موقع المكان بالنسبة لدائرة العرض (X_1).
2) موقع المكان بالنسبة لخط الطول(X_2) .
3) ارتفاع المكان عن ساحل البحر بالأمتار (X_3).
4) مواجهة المكان لمسار حركة الرياح الرطبة (X_4).
5) بعد المكان عن ساحل البحر بالكيلومترات (X_5) .

[1] تبدأ السنة الهيدرولوجية على الأرجح من الشهر السابع إلى الشهر الثامن من السنة التالية.

شكل 3: محطات الرصد المعتمد عليها في الدراسة



جدول 1:المتغيرات المستخدمة في نموذج الانحدار

محطات الرصد	الأمطار (ملم) (y)	درجة العرض (X_1)	خط الطول (X_2)	الارتفاع (متر) (X_3)	المواجهة لحركة الرياح *(X_4)	المسافة (كم) (X_5)
01	162	30.45	20.13	90	2	26
02	273	32.05	20.16	132	1	20
03	542	32.49	21.51	625	1	8
04	262	32.47	22.39	25	1	0.1
05	387	32.11	20.36	290	1	25
06	292	32.32	20.35	13	1	0.1
07	348	32.43	20.57	5	1	0.1
08	366	32.52	21.32	10	1	0.1
09	335	32.54	21.59	6	1	0.1
10	383	32.54	22.12	50	1	0.1
11	242	32.11	20.36	290	2	45
12	303	32.24	21.11	390	1	23
13	380	32.38	21.24	462	1	18
14	398	32.48	21.59	658	1	15
15	305	32.43	22.01	701	2	22
16	382	32.46	22.15	607	1	14
17	320	32.45	22.23	470	1	11
18	256	32.16	20.55	653	2	60
19	281	32.28	21.07	440	2	36
20	256	32.29	21.24	510	2	47
21	349	32.35	21.42	796	1	40
22	55	32.06	22.17	180	2	95
23	93	32.08	21.13	280	2	80
24	326	32.47	22.39	300	1	8
25	154	32.35	22.45	316	2	24

* 1- محطة مواجهة لحركة الرياح الرطبة. 2- محطة غير مواجهة لحركة الرياح الرطبة.

المناقشة

باستخدام أسلوب Stepwise Regression تم إدخال المتغيرات المستقلة الخمسة واحداً بعد الآخر إلى النموذج مع التأكيد على أن المتغير الداخل للنموذج عرضة للاستبعاد إذا ثبتت عدم معنويته مع وجود المتغيرات الأخرى، ولهذا تم استبعاد المتغيرين X1 X_1 و X_2 حيث بلغ ارتباط هذين المتغيرين مع متغير الأمطار 0.48 و 0.038 على التوالي، كما زاد مستوى المعنوية لكليهما عن مستوى الإدخال إلى النموذج (0.05).

النموذج الأول:

يعد المتغير x4 (المتعلق بمدى مواجهة المكان لحركة الرياح الرطبة) أول المتغيرات الداخلة إلى نموذج الانحدار ؛لأن له أكبر معامل ارتباط مع متغير الأمطار (-0.71) جدول (2)، كما أن قيمة P-Value المرافقة لقيمة (t) تساوي 0.000 وهي أصغر من مستوى المعنوية للإدخال ؛لهذا يُقبل هذا المتغير في نموذج الانحدار ،وعليه يصبح النموذج الأول كما يلي:

X_4ŷ=505.306 – 152.4

وقد بلغ معامل التحديد ()R^2 لهذا النموذج 0.52 جدول (3)،وبذلك استطاع أن يفسر 52% من التباين المكاني للأمطار بالجبل الأخضر.

جدول 2: مصفوفة ارتباط بيرسون بين المتغيرات

	الأمطار (y)	درجة العرض (X1)	خط الطول (X2)	الارتفاع (متر) (X3)	مواجهة الرياح (X4)	المسافة (كم) (X5)
الأمطار (y)	1.000	.483	.038	.268	.717-	.692-
درجة العرض (X_1)	.483	1.000	.513	.180	.443-	.308-
خط الطول (X_2)	.038	.513	1.000	.180	.110-	.117-
الارتفاع (متر) (X_3)	.268	.180	.180	1.000	.159	.275
مواجهة الرياح (X_4)	.717-	.443-	.110-	.159	1.000	.719
المسافة (كم) (X_5)	.692-	.308-	.117-	.275	.719	1.000

جدول 3: معامل التحديد ومستوى المعنوية للنماذج الثلاثة

النموذج	(R^2)	B	T	Sig
(1) ثابت	0.52	505.306	11.348	0.000
X_4		152.431-	4937-	0.000
(2) ثابت	0.66	469.621	11.881	0.000
X_3		.162	6.233-	0.000
X_4		165.706-	3.135	0.005
(3) ثابت	0.79	406.539	11.080	0.000
X_3		.197	2.890-	0.009
X_4		88.645-	4.584	0.000
X_5		2.166-	3.531-	0.002

النموذج الثاني:

في هذا النموذج تم إدخال متغير الارتفاع (X_3) بالإضافة إلى المتغير (X_4) وقد بلغت قيمة P-Value المرافقة لقيمة (t) 0.000، وهي أقل من مستوى الإدخال؛ ولهذا تم إضافة هذا المتغير إلى النموذج ليصبح على الشكل التالي:

$$X_3 + 162 X_4 \hat{y} = 469.62 - 165.70$$

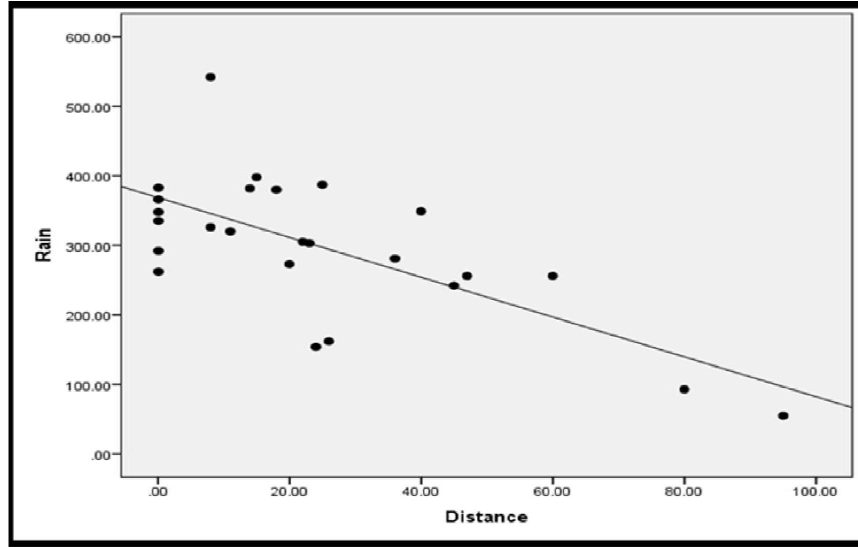
وبإدخال المتغير المستقل(X_3) إلى النموذج ارتفع معامل التفسير إلى 0.66، وهذا يُظهر أن متغيري مواجهة المكان لحركة الرياح الرطبة، ومقدار الارتفاع عن مستوى سطح البحر يفسران 66% من التباين المكاني للأمطار، ومع ذلك فارتفاع هذه النسبة لا تكفي لاعتماد هذا النموذج في التفسير.

النموذج الثالث:

يتصف معامل التحديد (R^2) بأن قيمته سترتفع إذا ما أضيف متغير مستقل له دلالة معنوية إلى النموذج ؛ولذلك تم إضافة المتغير المستقل(X_5) المتعلق بمدى بعد المكان عن ساحل البحر إلى جانب المتغيرين السابقين (X_3 ، X_4)، وقد وُجد أن لهذا المتغير ارتباط سلبي مع المتغير التابع شكل (4) بلغ (-0.70)، كما أن قيمة P-Value المرافقة لقيمة (t) بلغت 0.002؛ ولهذا تم إدخال هذا المتغير إلى النموذج ليصبح في شكله النهائي كما يلي:

$$X_5 - 2.16 X_4 - 88.64 X_3 \hat{y} = 406.53 + 0.197$$

شكل 4: العلاقة بين كمية الأمطار (مم) وبعد المكان عن ساحل البحر (كم)



وباستخدام هذا النموذج يرتفع معامل التفسير إلى 79% جـدول (3)، وهذا يمثل أفضل نموذج يمكن من خلاله تفسير التباين المكاني للأمطار ؛حيث إن مستوى المعنوية للحد الثابت يبلغ (0.000)، وكذلك تقـل قيمتهـا لبقيـة المتغيرات عن (0.05)؛ ولهذا فإننا نرفض فرضية العـدم: HO) $\beta 0$:(0=، ونقبل الفرضية البديلة:H1) β 1 $(\neq 0)$ أي أن المعالم الواردة في هذا النموذج تختلف جوهرياً عن الصفر، وأن متغيرات مواجهة المكان لحركـة الريـاح الرطبة، والارتفاع، مقدار البعد عن ساحل البحر، هي متغيـرات ذات دلالـة معنوية عند مستوى ثقة (95%). وهذه النتيجة مقاربة لما توصلت إليه دراسة لاستخدام الانحدار المتعدد للتنبؤ بالأمطار في شمال الصين التي أظهـرت أن عوامل الارتفاع والانحدار والمواجهة والموقع الفلكي مسؤولة عن (79%) من

التباين المكاني للأمطار في إقليم جبال داكينج (Ranhao et al, 2008). وفي تركيا فقد أظهرت نتائج دراسة لتوزع الأمطار ودرجة الحرارة، عـدم قـدرة العوامل السابقة على تفسير التباين المكاني للأمطار، حيث بلغ معامل التحديد 0.54 (Boston and Akyurek, 2009).

وتجدر الإشارة إلى أن نموذج الانحدار المتعدد يقوم علـى افتـراض عدم وجود ارتباط بين المتغيرات المستقلة Colinearity، إذ أن وجود ذلـك الارتباط يجرد معاملات انحدار بعض تلك المتغيرات من دلالتها الإحـصائية ؛ولهذا تم اختبار الارتباط بين المتغيرات المستقلة، واستخراج معامل (VIF) لكل متغير مستقل، ثم استخدام دليل الحالة Condition Index لاختبار مدى وجود مشكلة التعدد الخطي للنموذج (جدول 4).

ومن خلال الجدول (2) يتضح عدم وجود ارتبـاط بـين المتغيـرات المستقلة للنموذج باستثناء الارتباط بين متغيري مواجهة المكان لحركة الرياح الرطبة وبعد المكان عن الساحل، إلا أنه ارتباط غير قوي.حيـث إن مـشكلة الارتباط تظهر في حال وجود معدلات مرتفعة من الارتباط بين المتغيـرات (Storch and Zwiers, 2000).

جدول 4: نتائج اختبار مشكلة الارتباط بين المتغيرات للنماذج الثلاثة

رقم النموذج	معامل Tolerance	معامل VIF	الجذر المميز	دليل الحالة
(1) ثابت			1.943	1.000
X_4	1.000	1.000	.057	5.838
(2) ثابت			2.691	1.000
X_3	.975	1.026	.253	3.264
X_4	.975	1.026	.057	6.892
(3) ثابت			3.387	1.000
X_3	.481	2.078	.341	3.150
X_4	.921	1.085	.240	3.753
X_5	.456	2.191	.032	10.364

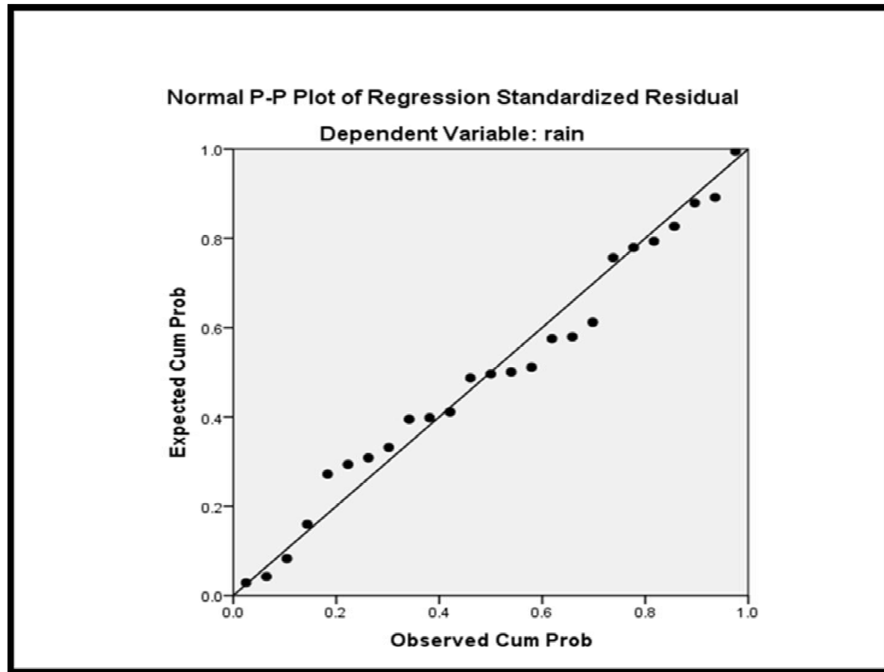
يتضح من الجدول (4) أن أكبر قيمة لمعامل (VIF) بلغت (2.19)، وأن أكبر قيمة لدليل الحالة بلغ (10.3)[1]؛ ولهذا فإن نموذج الانحدار الذي تم استخدامه يخلو من مشكلة التعدد الخطي. كما أن نموذج الانحدار يقوم على افتراض أن الأخطاء العشوائية Residuals تتوزع طبيعياً، وهذا الافتراض

[1] على سبيل المثال تم حساب دليل الحالة للمتغير X_4 كما يأتي :

$$\sqrt{\frac{1.943}{0.057}} = \text{Condition Indix} = 5.838$$

يُعد شرطاً لاختبار الفرضيات المتعلقة بمعاملات الانحدار، ومن خلال الشكل (5) الذي يمثل توزيع الأخطاء العشوائية للنموذج يتضح أن معظم النقاط تتجمع قرب الخط المستقيم، وهذا يدل على التوزيع الطبيعي للأخطاء العشوائية.

شكل 5: توزيع الأخطاء العشوائية لنموذج الانحدار

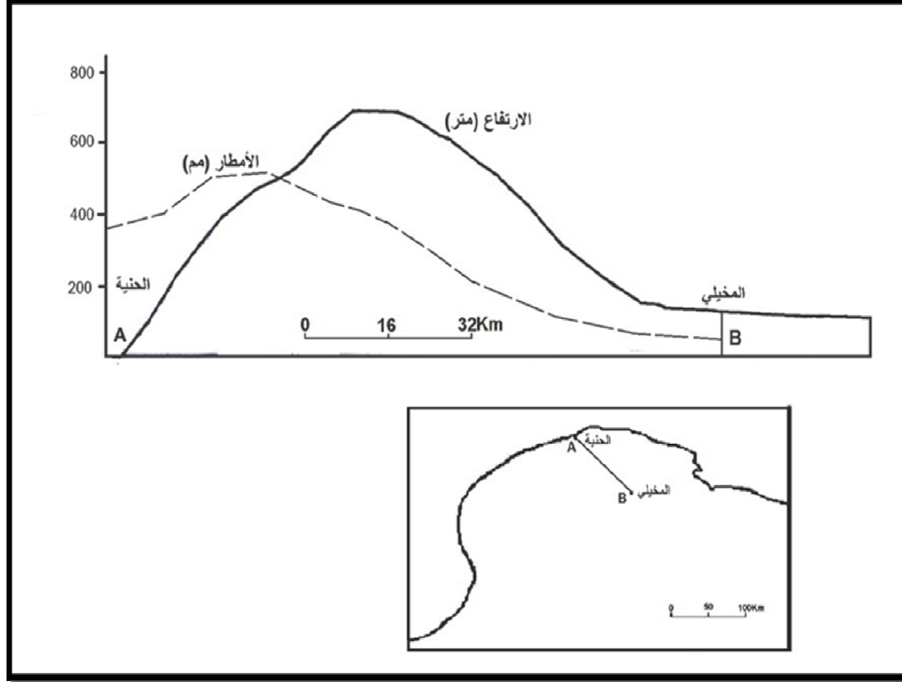


النتائج

1) لم تظهر أهمية الموقع الفلكي لمحطات الرصد في إيجاد التباين المكـاني للأمطار، حيث بَيَّنَ التحليل الإحصائي عدم وجود دلالة معنويـة للموقـع الفلكي، فقد بلغت قيمة P-Value المرافقـة لقيمـة (t) (0. 56) لـدائرة العرض و (0.11) لخط الطول، ولعل ذلك يرجع إلى عدم وجود فـروق واضحة في الإحداثيات الفلكية لمحطات الرصد الجوي بالإقليم، حيث يمر خط 32° بجنوب الجبل الأخضر في حين لا يصل أقصى امتداد له نحـو الشمال دائرة عرض 33°، أما امتداده العرضي فهو أقل من ثلاثة خطوط طولية.
2) استطاع النموذج الثالث أن يفسر (79%) من التباين المكـاني لأمطـار الجبل الأخضر بجودة توفيق عالية تبرز أهمية كبيرة لعوامـل مواجهـة المكان لحركة الرياح الرطبة، ومقدار ارتفاعه عن مستوى سطح البحـر، ومقدار بعده عن الساحل كعوامل تتحكم مجتمعة في زيـادة أو نقـصان معدلات الأمطار من منطقة لأخرى داخل إقليم الجبل الأخـضر؛ وبـذلك يمثل أفضل النماذج الثلاثة.
3) يُظهر النموذج الثالث أن معامل الانحدار($\beta 4$) الذي يبين مدى مواجهـة المكان لحركة الرياح الرطبة يبلغ (–64.) وهذا يدل على أن معدلات الأمطار تتناقص في المناطق غير المواجهة لحركة الرياح بمعدل 64.

مم بافتراض ثبات X_3 و X_5. فالمناطق المواجهة لمـصدر الأمطـار – والمتمثلة في الأجزاء الوسطى من الأطراف الشمالية والشمالية الغربيـة من إقليم الدراسة – تستقبل أكبر معدلات الأمطار، خلافاً للمناطق الجنوبية والشرقية الواقعة ضمن نطاق ظل المطر Rain Shadow (شكل 6).

شكل 6: التباين في الارتفاع ومعدلات الأمطار على امتداد مقطع في الجبل الأخضر

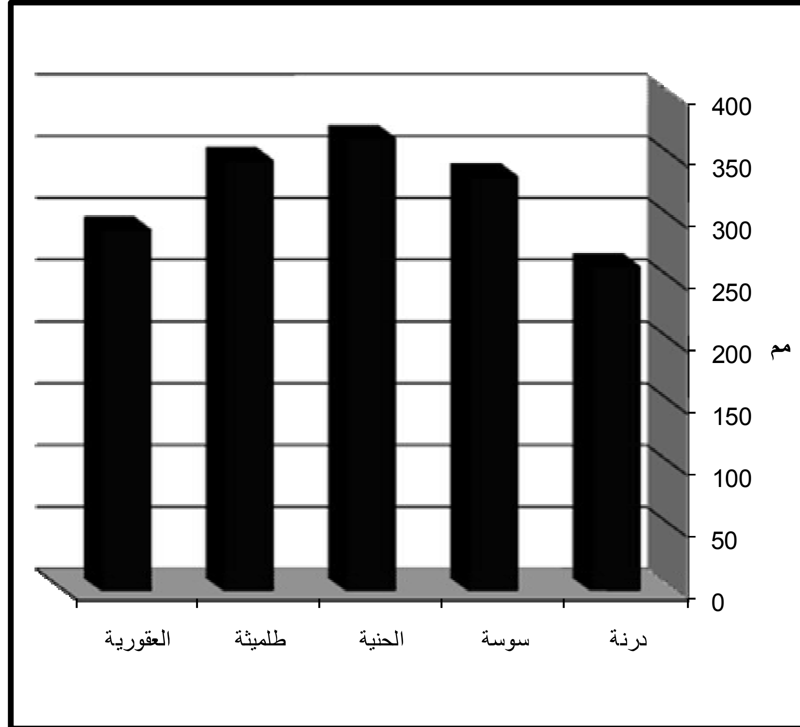


- من إعداد الباحث.

كما أن الأجزاء الأكثر توغلاً باتجاه البحر تسجل معدلات أمطار أعلـــى من تلك التي يتراجع عندها خط الساحل نحو الداخل، ويمكن ملاحظة ذلك من خلال مقارنة معدلات أمطار المناطق الساحلية (شــكل 7). وتجــدر الإشارة إلى أن هناك عاملاً آخر يدعم الزيادة في معدلات الأمطار، وهو مدى قرب المكان من مصدر سقوطها، إذ أن المناطق الغربية من النطاق الساحلي تزيد معدلات أمطارها عن المناطق الشرقية. فعلى سبيل المثال

يبلغ معدل الأمطار في العقورية، عند الطرف الغربي لإقليم الدراسة (292 مم)، وهو معدل يزيد عن معدل الأمطار في درنة، عند الطرف الشرقي للإقليم، حيث يبلغ المعدل (262مم)، وهذا راجع إلى أن مصدر الأمطار مرتبط بالمنخفضات الجوية، المتحركة من الغرب إلى الشرق.

شكل 7: معدلات الأمطار في المناطق الساحلية



ويمكن القول أن موقع الجبل الأخضر بالنسبة لمسارات المنخفضات الجوية، يُعد من أهم العوامل المحددة لكمية، وتوزع الأمطار المتساقطة عليه (شكل) وبما أن مسارات المنخفضات الجوية تتجه من الغرب إلى الشرق، ولأن الإقليم يقع إلى الجنوب من تلك المسارات، فإن معدلات

الأمطار تتناقص بالاتجاه شرقاً وجنوباً، مع ملاحظة أن معدلات تناقصها بالاتجاه جنوباً تزيد عن معدلات تناقصها بالاتجاه شرقاً، ولعلّ ذلك يرجع إلى سببين: يتعلق السبب الأول بالمساحة المتأثرة بـــالمنخفض الجـــوي، حيث تتقلص تلك المساحة بالاتجاه جنوباً إلى أن تقع المناطق في أقصى الجنوب خارج نطاق التأثير المعتاد للمنخفضات الجوية، ويُستثنى من ذلك الحالات الشاذة في بعض السنوات. كما أن الكتل الهوائية تفقد قدراً مـــن الرطوبة مع زيادة استقرارها، بعد اجتيازها الـــسفوح الجنوبيـــة للجبـــل الأخضر. أما بالاتجاه شرقاً فإن المناطق الـــساحلية تقـــع تحـــت تـــأثير المنخفضات الجوية المتوسطية ، خاصة حينما تسلك مـــسارات جنوبيـــة شرقية. إلا أن فاعلية تلك المنخفضات تكون أقل مقارنة بالأجزاء الغربية.

شكل 8: المنخفضات الجوية المؤثرة على مناخ منطقة الدراسة



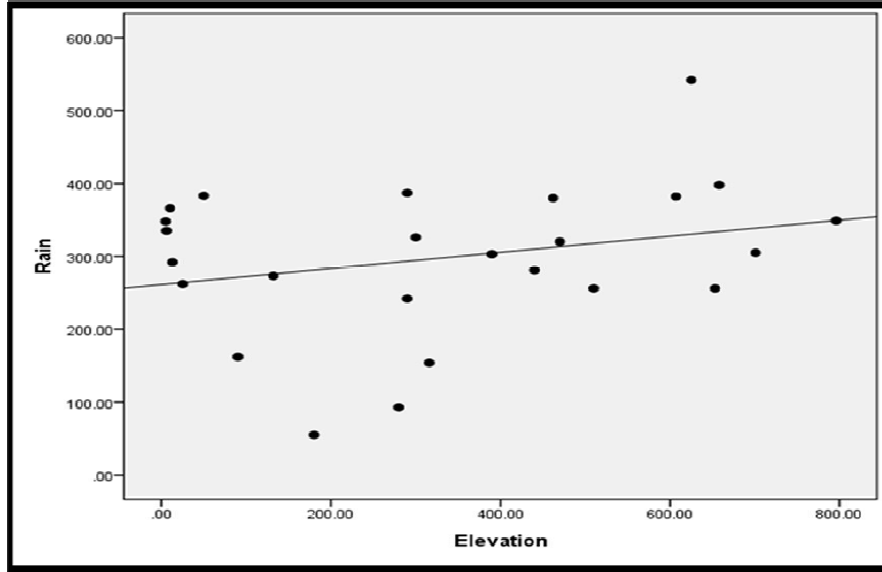
– من إعداد الباحث بالاعتماد على خرائط دائرة الأرصاد الجوية البريطانية.

أما السبب الثاني فيتعلق بمدة تأثير المنخفضات الجوية، التي تقل بالاتجاه جنوباً. فعندما يقع الجبل الأخضر تحت تأثير منخفض جوي متوسطي؛ فـإن الأمطار المرافقة لذلك المنخفض تبدأ في السقوط على الأجزاء الشمالية أولاً ، ثم يمتد تأثيرها إلى المناطق الجنوبية بعد ذلك. أمـا عنـدما ينحـسر تـأثير المنخفض، فإنه يبدأ في الانحسار عن المناطق الجنوبيـة أولاً، ولهـذا فـإن الأمطار تتناقص بالاتجاه جنوباً، حيث تستحوذ المنطقة الـشمالية والـشمالية الغربية الممتدة من ساحل البحر وحتى 20 كم جنوباً على 62% من المجموع السنوي للأمطار، في حين تبلغ هذه النسبة 26% بالنسبة للنطاق الممتد مـن 20 إلى 40 كم جنوب النطاق السابق، أما الجزء الجنوبي الواقع علـى بعـد أكثر من 40 كم عن خط الساحل فلا يحصل إلا على 12% مـن المجمـوع السنوي للأمطار.

يبلغ معامل الانحدار ($\beta3$) الذي يبين مقدار التغير في الأمطـار نتيجـة تغير الارتفاع متراً واحداً (0.197)، وهذا يدل علـى أن العلاقـة بـين الأمطار والارتفاع علاقة طردية، وأن الأمطار السنوية تـزداد بمعـدل 0.197 مم كلما زاد ارتفاع المحطة متراً واحداً (19.7 مـم/100 متـر) بافتراض ثبات بقية المتغيرات. وهذه النتيجة مقاربة جداً لما توصل إليـه (Osborn,19 4) حيث وجد أن معدل تزايد الأمطار بالارتفاع عند دائرة العرض °34 شمالاً يبلغ 0.2 مم/متر.

وتجدر الإشارة إلى أن هناك تبايناً محلياً يجب أن يؤخذ بعين الاعتبـار عنـد تحليل العلاقة بين هذين المتغيرين، حيث يلاحظ أن تأثير عامل الارتفاع على معدلات الأمطار يكون واضحاً بالنسبة للنطاق الساحلي ويقل تأثيره بالابتعـاد عنه؛ولهذا كان الارتباط بين هذين المتغيرين ضعيفاً (الشكل 9).

شكل 9: العلاقة بين كمية الأمطار(مم) والارتفاع عن مستوى سطح البحر(متر)



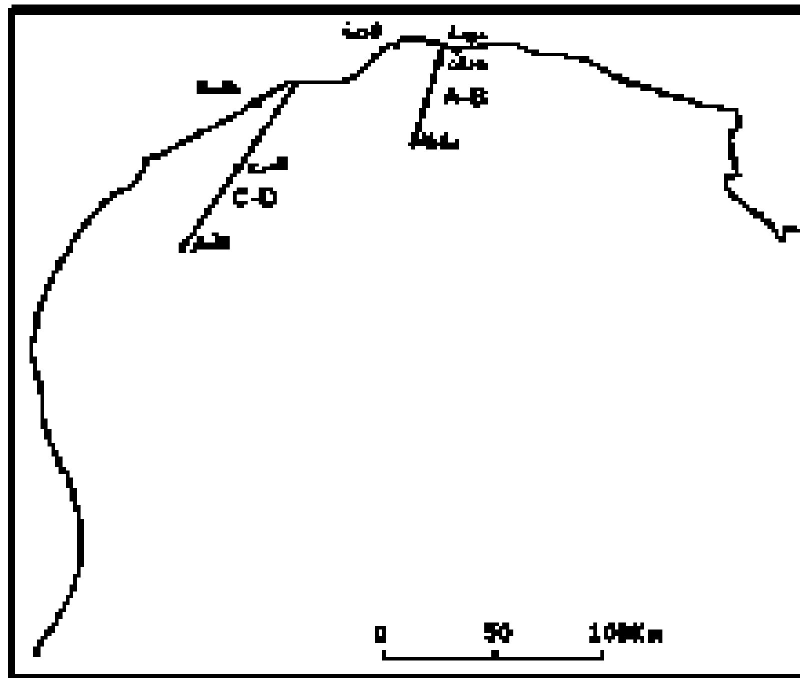
فعلى سبيل المثال يبلغ مُعدل الأمطار في مدينة درنة الواقعة عند ساحل البحر مباشرة (262مم) في حين يبلغ (326 مم) في منطقة الفتائح الواقعة إلى الجنوب الشرقي منها على بعد (كم) وعلى ارتفاع (300مترتقريباً)، وهذا التباين في معدلات الأمطار لا يمكن تعليله إلا بعامل الارتفاع، حيث إن العوامل الأخرى (البعد عن البحر، مواجهة الرياح الرطبة) تعمل على إقلال معدل الأمطار في منطقة الفتائح، ومع ذلك فإن هذا المُعدل أعلى مما هو عليه في مدينة درنة؛ وذلك بسبب عامل الارتفاع. وهذا ينطبق على منطقتي الحنيِّة وشحات، فعلى الرغم من وقوع الأولى عند ساحل البحر مباشرة، وأقرب إلى مصدر الأمطار، مع مواجهة الساحل لحركة الرياح، إلا أن معدل الأمطار فيها يبلغ (67%) من معدل الأمطار في منطقة شحات،

الواقعة إلى الشرق منها بحوالي (30 كم)، وعلى بعد حـــوالي (كـــم) عـــن الساحل. إلا أنها تقع على ارتفاع 625 متراً فوق مستوى سطح البحر.

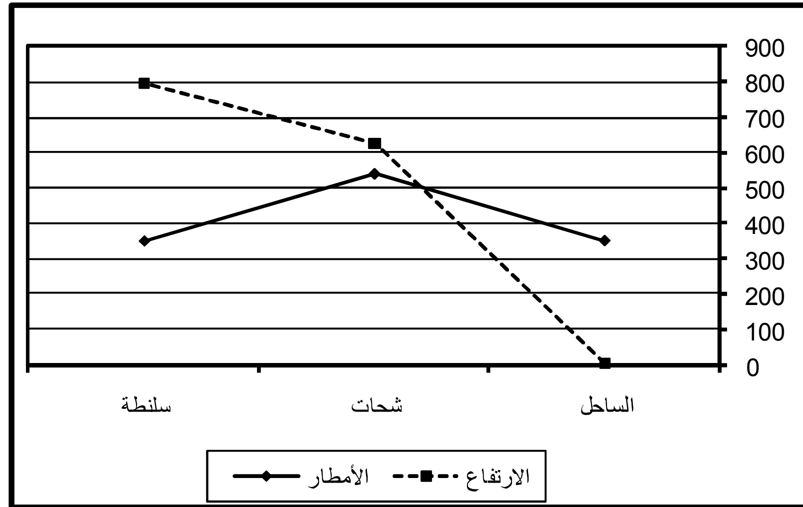
وبالابتعاد عن الساحل نحو الداخل ، يقل تأثير عامـــل الارتفـــاع علـــى معدلات الأمطا، ويمكن التدليل على ذلك بعمل مقطعين ،كما يظهر في الشكل (10) حيث يمتد المقطع الأول (A-B) باتجاه شمالي شرقي – جنوبي غربي بطول 40 كم من ساحل البحر إلى منطقة سلنطة عند الدرجة الثالثة من الجبل الأخضر، وعلى ارتفاع يناهز 00 متر، والثاني (C-D)، ويمتد باتجاه شمالي شرقي – جنوبي غربي بطول 100 كم من شرق طلميثة على ساحل البحـــر، حتى الأبيار عند الدرجة الثانية من الجبل الأخضر على ارتفاع 290 متـــراً. وقد تمت مقارنة معدلات الأمطار، بمعدلات الارتفاع على امتداد المقطعـــين السابقين شكل (11) وشكل (12)، ومن خلالهما تظهـــر بوضـــوح العلاقـــة الطردية بين العاملين في الجزء الساحلي لتتغير إلى علاقة عكسية بالتوغل في الأجزاء الداخلية، وذلك يُعزى إلى الابتعاد عن ساحل البحر حيث أدى ذلـــك إلى انخفاض معدلات الأمطار، على الرغم من الزيادة في معدلات الارتفاع.

حتى مع الثبات في معدل الارتفاع يستمر التناقص في الأمطار بالابتعاد عن الساحل ،ففي الأبيار والمرج الواقعتين على الدرجة الثانية، وعلى الارتفاع نفسه تقريباً (290 متر)، نجد أن معدل الأمطار في الأبيـــار(جنـــوب غـــرب المرج بحوالي 50 كم) يقل عن نظيره في المرج بنسبة (37%)؛ وذلـــك لأن الأخيرة تقع أقرب إلى ساحل البحر بحوالي 20 كم.

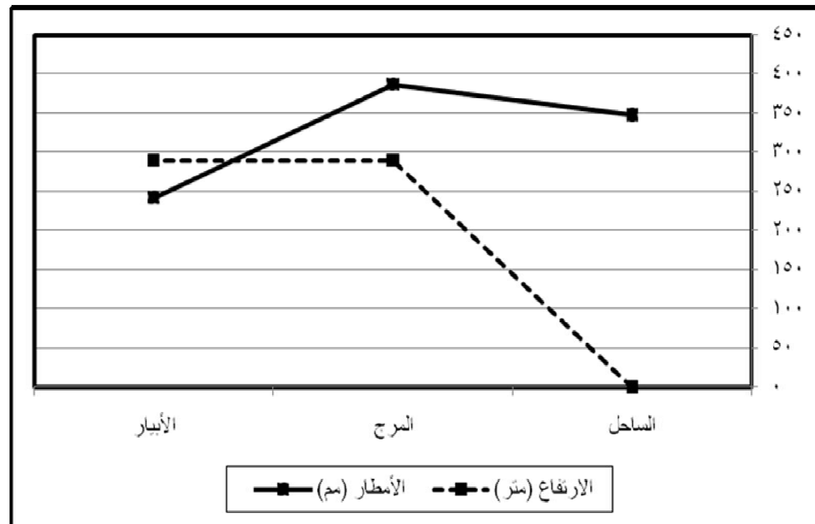
شكل 10: مقطعان لتوضيح طبيعة العلاقة بين الأمطار والارتفاع



شكل 11: العلاقة بين الأمطار والارتفاع في المقطع (B A).



شكل (12) العلاقة بين الأمطار والارتفاع في المقطع (D C).



4) يُظهر النموذج قيمة سالبة لمعامل الانحدار(β)5 الذي يبين التغيــر فــي الأمطار مع التغير في المسافة عن ساحل البحر ،حيث بلــغ (− 2.16) وهذا يشير إلى أن العلاقة بين المتغيرين علاقــة ســلبية ،وأن الأمطــار السنوية تتناقص بمعدل (2.16 مم) كلما ابتعدت المحطة عن ساحل البحر (1 كيلومتر) بافتراض ثبات متغيري الارتفاع ،ومواجهة المكان لحركــة الرياح، وقد بلغ الارتباط بين هــذين المتغيــرين (− 0.70)، والجــدير بالذكر أن قيمة معامل الارتباط بين هذين المتغيرين في أقــاليم مــشابهة تراوحت بين (− 0.4) و (− 0.9) (Lincre, 1992).

المراجع

المركز الوطني للأرصاد الجوية، **بيانات أمطار غير منشورة**، طرابلس.

Boston, P.A and Akyürek, Z. (2009) **Spatio-Temporal Analysis of Precipitation and Temperature Distribution Over Turkey**, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. 38, Part II.

Linacre, E. (1992) **Climate Data and Resources a Reference and Guide**, Routledge, First Edition.

Meteorological Office (1962) **Weather in the Mediterranean**, Vol. 1, Second Edition.

Osborn, H.B. (1984) Estimating Precipitation in Mountainous Regions, **Journal of Hydraulic Engineering** (American Society of Civil Engineers).

Ott, L., Mendenhall, W. and Larson, R. (1978) **Statistics a Tool for the Social Sciences**, Duxbury Press, Second Edition.

Ranhao, S., Baiping, Z. and Jing, T. (2008) A Multivariate Regression Model for Predicting Precipitation in the Daqing Mountains, **Mountain Research and Development**, Vol. 28, No. 3/4.

Storch, H.V. and Zwiers, F.W. (2000) **Statistical Analysis in Climate Research**, Cambridge, University Press.